

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/062071 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01S 13/93,  
13/87, 7/292

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BROSCHE, Thomas  
[DE/DE]; Leharstr. 12, 70195 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/052848

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. November 2004 (08.11.2004)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 60 889.3 19. Dezember 2003 (19.12.2003) DE

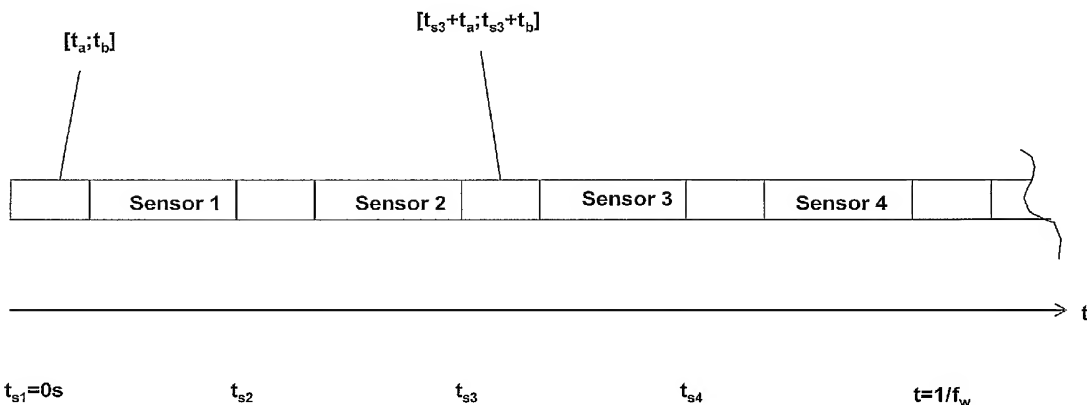
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PARKING AID COMPRISING TWO OR MORE SENSORS WITH SIMULTANEOUS DIRECT AND CROSS ECHO  
MEASUREMENT

(54) Bezeichnung: EINPARKHILFE MIT ZWEI ODER MEHR SENSOREN MIT GLEICHZEITIGER DIREKT- UND KREU-  
ZECHOMESSUNG



(57) Abstract: The aim of the invention is to provide a system comprising two or more sensors, wherein every sensor has a trans-  
mitter and a receiver for signals and a sensor is adapted for reception of a cross echo signal of another sensor, and wherein the sensor  
can also receive and evaluate the signals reflected by the respective other sensors without mutual disturbances, the sensors being  
decoupled from one another. According to the invention, the sensors, in the receive mode, are temporally separated by the temporal  
delay of the transmission and reception signals.

(57) Zusammenfassung: Um ein System mit zwei oder mehr Sensoren, wobei jeder Sensor einen Sender und einen Empfänger für  
Signale aufweist und ein Sensor ein Kreuzechosignal eines anderen Sensors empfangen kann, zu schaffen, bei dem die Sensoren  
auch die reflektierten Signale der jeweils anderen Sensoren ohne gegenseitige Störungen empfangen und auswerten können und  
bei dem die Sensoren voneinander entkoppelt sind, wird vorgeschlagen, dass die Sensoren im Empfangsbetrieb durch die zeitliche  
Verzögerung der Sende- und Empfangssignale zeitlich voneinander getrennt sind.

WO 2005/062071 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

# EINPARKHILFE MIT ZWEI ODER MEHR SENSOREN MIT GLEICHZEITIGER DIREKT- UND KREUZECHOMESSUNG

5

10

## Technisches Gebiet

15

Die Erfindung betrifft ein System mit zwei oder mehr korrespondierenden Sensoren, wobei jeder Sensor einen Sender und mindestens einen Empfänger für Signale aufweist und ein Sensor ein Kreuzechosignal eines anderen Sensors empfangen kann.

## Stand der Technik

20

25

Radarsensoren werden u. a. in der Kraftfahrzeugtechnik verwendet, um den Abstand eines Kraftfahrzeugs zu einem feststehenden oder beweglichen Hindernis wie einem Fußgänger z. B. beim Einparken zu überwachen und dem Fahrer des Kraftfahrzeugs über ein entsprechendes Anzeigemittel u. a. optisch oder akustisch den Abstand zu dem Hindernis anzuzeigen. Ebenso werden bei schneller Fahrt z. B. auf einer Autobahn bzw. bei langsamer Fahrt im Kolonnenverkehr die Abstände zu vorausfahrenden oder nachfolgenden Verkehrsteilnehmern überwacht. Hierfür sind an der Front und/oder am Heck sowie an der Seite, zur Überwachung eines seitlichen Bereichs des Kraftfahrzeugs, jeweils Radarsensoren als Bestandteil eines dem Fachmann bekannten Radarsystems angeordnet. Das Radarsystem kann Bestandteil eines ebenfalls bekannten Fahrassistenzsystems sein.

30

Ein Radarsensor mit Pulsmodulation weist in bekannter Weise einen Pulserzeuger, einen Sender mit Sendeantenne, einen Empfänger mit Empfangsantenne sowie eine

- 2 -

Auswerteelektronik auf. Die von der Sendeantenne abgegebenen Radarimpulse werden an einem Zielobjekt reflektiert und gelangen über die Empfangsantenne zurück zum Empfänger. Dort werden sie mit einem Referenzsignal vom Pulserzeuger gemischt, mit einem Tiefpass gefiltert und nach einer A/D-Wandlung von einer elektronischen Auswerteeinheit ausgewertet. Somit kann der Abstand zu einem Zielobjekt sowie dessen Relativgeschwindigkeit zum Radarsensor und damit zu dem Kraftfahrzeug bestimmt werden. Anstelle der Pulsmodulation sind auch andere Modulationsverfahren z.B.: FMCW, PSK, ASK, FSK, Modulation mit pseudo-noise(PN)-Kodes und weitere Verfahren bzw. Kombinationen der Verfahren möglich.

Sind an einem Kraftfahrzeug mehrere Radarsensoren vorgesehen, dann kann das von einem Radarsensor abgegebene Radarsignal am Ziel reflektiert und von der Antenne eines anderen Radarsensors als Kreuzecho empfangen werden. Dabei kann es zu Störungen oder Überlagerungen mit dem Eigenecho des von diesem Radarsensor abgegebenen Radarsignals kommen. Um eine Trennung der Signale verschiedener Sensoren zu ermöglichen ist es u.a. aus der DE 197 03 237 C1 bekannt, die Radarsignale im Mikrowellenbereich jeweils zu modulieren, um derart die Signale der Eigen- bzw. Kreuzechos verschiedener Radarsensoren anhand ihrer Modulationen zuzuordnen zu können. Des Weiteren sind aus der JP 07012928 A bzw. aus R. C. Dixon: "Spread Spectrum Systems", 2. Auflage, Verlag Wiley & Sons, New York, 1984 sogenannte pseudo-noise-(PN)-Kodierungen zur Störsignalunterdrückung und Kanaltrennung bekannt. Dabei wird durch die Verwendung verschiedener Kodes für mehrere Radarsensoren eine Auswertung der vom Empfänger eines Radarsensors empfangenen Kreuzechosignale jeweils anderer Radarsensoren möglich. Zur Entkopplung mehrerer Radarsensoren können auch zueinander orthogonale Kodes für die Radarsignale verwendet werden. Aus der EP 0 864 880 ist es bekannt, mehrere Radarsensoren alternierend zu betreiben, um sie derart zu entkoppeln. Dabei werden sowohl die Eigenechosignale, d. h. die vom eigenen Sender des jeweiligen Radarsensors abgegebenen Signale, als auch Kreuzechosignale anderer Radarsensoren ausgewertet. Die DE 197 11 467 C2 offenbart ein vergleichbares Verfahren für Ultraschallsensoren.

Als nachteilig hierbei ist anzusehen, dass stets ein erheblicher Schaltungs- und steuerungstechnischer Aufwand notwendig ist, um die verschiedenen Radarsensoren voneinander zu entkoppeln und die empfangenen Eigenecho- und Kreuzechosignale

- 3 -

voneinander zu trennen. Durch die Modulation der Radarimpulse kann zudem die Leistungsfähigkeit eines Radarsensors reduziert werden. Im alternierenden Betrieb z.B. entsprechend EP 0 864 880 können die jeweils senderseitig abgeschalteten Radarsensoren im abgeschalteten Zustand keine Eigenechos empfangen.

5

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System mit zwei oder mehr Sensoren zu schaffen, bei dem die Sensoren auch die reflektierten Signale der jeweils anderen Sensoren ohne gegenseitige Störungen empfangen und auswerten können und bei dem die Sensoren voneinander entkoppelt sind.

10

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

15

Der Kerngedanke der Erfindung besteht darin, dass der Sende- und Empfangsbetrieb bei Einsatz von mehreren korrespondierenden Sensoren derart zeitlich aufeinander abgestimmt und getaktet ist, dass jeder der Sensoren eines Systems bzw. der jeweils zugeordneten Empfänger nur für bestimmte Intervalle, der zeitlichen Verzögerung des Empfangssignals gegenüber dem eigenen Sendesignal, Eigen- bzw. Kreuzechosignale empfängt bzw. auswertet. Die verschiedenen zeitlichen Intervalle sollten sich dabei nicht gegenseitig überschneiden. Das wird erreicht, indem man die Phasenlage der Wiederholfrequenz  $f_w$  des Sendesignals geeignet für jeden Sensor, d.h. verschieden wählt. Die genannten zeitlichen Intervalle beziehen sich auf die doppelte Laufzeit des sich mit einer Geschwindigkeit, insbesondere mit Lichtgeschwindigkeit  $c$  bewegenden Signals.

20

25

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass sich die Erfindung in unterschiedlicher Weise einsetzen lässt, so dass das System erfindungsgemäß ein Radarsystem mit zwei oder mehr korrespondierenden Radarsensoren, ein optisches System mit zwei oder mehr korrespondierenden optischen Sensoren oder ein Ultraschallsystem mit zwei oder mehr korrespondierenden Ultraschallsensoren sein kann.

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das System ein Radarsystem mit zwei oder mehr korrespondierenden Radarsensoren, wobei jeder Radarsensor einen Sender und mindestens einen Empfänger für ein moduliertes

- 4 -

Radarsignal aufweist und ein Radarsensor ein Kreuzechosignal eines anderen Radarsensors empfangen kann, die Radarsensoren erfindungsgemäß im Empfangsbetrieb durch die zeitliche Verzögerung der Sende- und Empfangssignale voneinander getrennt sind.

5

Die erfinderische Lösung besteht hierbei darin, dass der Sende- und Empfangsbetrieb bei Einsatz von mehreren korrespondierenden Radarsensoren derart zeitlich aufeinander abgestimmt und getaktet ist, dass jeder der Radarsensoren eines Radarsystems bzw. der jeweils zugeordneten Empfänger nur für bestimmte Intervalle, der zeitlichen Verzögerung des Empfangssignals gegenüber dem eigenen Sendesignal, Eigen- bzw. Kreuzechosignale empfängt bzw. auswertet. Die verschiedenen zeitlichen Intervalle sollten sich dabei nicht gegenseitig überschneiden. Das wird erreicht, indem man die Phasenlage der Wiederholfrequenz  $f_w$  des Sendesignals geeignet für jeden Radarsensor, d.h. verschieden wählt. Die genannten zeitlichen Intervalle beziehen sich auf die doppelte Laufzeit des sich mit Lichtgeschwindigkeit  $c$  bewegendes Radarsignals.

10

15

Somit ist sichergestellt, dass in einem bestimmten Intervall für die Verzögerung immer nur einer der Radarsensoren die reflektierten Radarsignale des eigenen Senders empfängt. Alle korrespondierenden Radarsensoren senden dabei kontinuierlich Radarsignale (z.B. Pulse, PN-Koderahmen) mit der Wiederholfrequenz  $f_w$  aus und werden nicht, wie z.B. in EP 0 864 880 vorgesehen, zyklisch abgeschaltet. Eine Auftrennung der verschiedenen empfangenen Radarechos, d.h. eine Analyse der Kreuzechosignale und des Eigenechos ist dann mit den üblichen Signalauswertungsmethoden bzw. Kodierungsmethoden für die Radarimpulse möglich.

20

25

Die Erfindung ist zudem auf Radarsysteme anwendbar, die z.B. mit PN-Kodes modulierte (z.B. mittels PSK-, ASK- oder FSK-Modulation) Trägersignale anstelle der Pulsmodulation einsetzen. In diesem Fall kann unabhängig von den jeweils gewählten Codes eine Entkopplung zwischen den Signalen entsprechend den Kerngedanken der Erfindung erreicht werden. Hierbei senden die korrespondierenden Radarsensoren gleichzeitig sich mit der Wiederholfrequenz  $f_w$  zyklisch wiederholende Koderahmen, die zeitlich in geeigneter Weise zueinander verschoben bzw. verzögert sind. Eine Verwendung unterschiedlicher Codes für die genannten Radarsensoren ist nicht notwendig.

30

- 5 -

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass eine Trennung und Entkopplung zwischen den Signalen der verschiedenen Radarsensoren erfolgt. Zudem ist eine Auswertung der jeweils von anderen Radarsensoren gesendeten Kreuzechosignale möglich. Dies erlaubt z.B. die Bestimmung der äußeren Form des Zielobjekts, das die Radarsignale reflektiert hat, z. B. eine konkave oder konvexe Form bzw. dessen Ausdehnung. Auch ist eine genauere Trilateration oder Ortsbestimmung der Zielobjekte möglich und das Auftreten von Scheinzielen durch fehlerhafte Zuordnungen von Einzelreflexen kann deutlich reduziert werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Bei einem Pulsradar, wie es im Anspruch 2 gekennzeichnet ist, mit einer Pulswiederholfrequenz  $f_w$  gilt für die größtmögliche eindeutig messbare Zielentfernung ohne eine Überlagerung des empfangenen Signals durch einen darauffolgenden Puls:

$$R_{\text{eind}} = c / (2f_w), \text{ mit } c = \text{Lichtgeschwindigkeit im Medium.}$$

Dabei kann die Wiederholfrequenz  $f_w$  z. B. auch die Wiederholfrequenz eines PN-Koderahmens eines PN-Radars sein, wie es im Anspruch 3 gekennzeichnet ist.

Mit Hilfe der u.a. aus A. Ludloff: "Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung", 2. Auflage, Verlag Vieweg, Wiesbaden, 1998 bekannten Radargleichung kann die maximale Reichweite  $R_{\text{max}}$  jedes Radarsensors derart eingestellt werden, dass diese Zielentfernung  $R_{\text{max}}$ , bei der die von Zielen reflektierten Radarsignale noch im Empfänger registriert werden, höchstens der Entfernung  $R_{\text{eind}}$  entspricht, bei der die empfangenen Radarsignale noch eindeutig zuordenbar sind. Somit wird vermieden, dass ein Ziel in einer Entfernung angemessen wird, die kein eindeutiges Messergebnis mehr zulässt.

Üblicherweise beginnt der Entfernungsbereich, der von einem Radarsensor überwacht wird, bei einem Mindestabstand  $r_a$  vom Radarsensor, wenn der unmittelbare Nahbereich nicht vom Radarsensor erfassbar ist. Somit liegt ein tatsächlich zu überwachender Bereich des Radarsensors  $[r_a; r_b]$  innerhalb des Intervalls  $[0; R_{\text{max}}]$  wie im Anspruch 4 angegeben. Die jeweiligen Signallaufzeiten der Radarimpulse vom Sender zu einem Zielobjekt im Erfassungsbereich und zurück zum Empfänger liegen daher in dem zeitlichen Intervall  $[2r_a/c; 2r_b/c]$  bzw.  $[t_a; t_b]$ , das wiederum in dem für eindeutige Messungen möglichen Zeitintervall  $[0; 1/f_w]$  liegt. Dabei können sich die zeitlichen

- 6 -

Intervalle für den  $i$ -ten von  $n$  Radarsensoren jeweils voneinander unterscheiden, falls unterschiedliche Entfernungsbereiche überwacht werden sollen.

Sollen in dem Radarsystem entsprechend dem Anspruch 5  $n$  kooperierende und gleichzeitig aktive Radarsensoren verwendet und jeweils voneinander entkoppelt werden, dann müssen die Verzögerungen der periodischen Sendesignale  $t_{si}$  der einzelnen Radarsensoren innerhalb des vorstehend genannten Intervalls  $[0; 1/f_w]$  derart gewählt werden, dass sich die Verzögerungszeiten der Empfangssignale in den einzelnen Radarsensoren, die jeweils einen bestimmten räumlichen Abstand überwachen, nicht überschneiden, um diese voneinander zu entkoppeln. Dies wird dadurch erreicht, dass die Verzögerungen  $t_{si}$  innerhalb einer Periode der Wiederholfrequenz der periodischen Sendesignale  $f_w$  der  $n$  Radarsensoren unterschiedlich z.B. entsprechend der Beziehung:

$$t_{si} = (i-1) * c / (2R_{\max}) \text{ mit } i = 1, 2, \dots, n$$

gewählt werden, wobei jeweils der  $i$ -te Radarsensor innerhalb eines Intervalls:

$$[t_{ai}; t_{bi}] = [t_{si} + t_a; t_{si} + t_b]$$

seine Eigenechos empfängt bzw. dessen Kreuzechosignale von den jeweils anderen Radarsensoren empfangen werden können.

Insbesondere bei PN-kodierten Radarsignalen kann eine geringe Wiederholfrequenz  $f_w$  des gesendeten Koderahmens gewählt werden. Z.B. für einen 10-Bit PN-Kode und mit einer Bit-Taktfrequenz bzw. Chip-Taktfrequenz von 250 MHz ergibt dies eine Wiederholfrequenz des Koderahmens von  $f_w = 244$  kHz, so dass innerhalb des zeitlichen Intervalls einer Kode-Rahmenperiode von  $[0s; 4\mu s]$  eine eindeutige Entfernungsmessung mit dem Radarsensor möglich ist. Dies entspricht einer höchstmöglichen eindeutigen Entfernung  $R_{\text{eind}}$  von 614 Metern.

Wird dementsprechend die maximale Reichweite aller korrespondierenden Radarsensoren auf  $R_{\max} = 200\text{m}$  eingestellt, so können in diesem Beispiel bis zu drei Radarsensoren entkoppelt voneinander betrieben werden, da die Eigenechos im Intervall  $[0\text{ m}; R_{\max}]$  sichtbar sind, die Kreuzechosignale der jeweils anderen Radarsensoren jedoch bei zu den Kodeverzögerungen der Sendesignale korrespondierenden Entfernungen bei  $> R_{\max}$  erscheinen. Dabei kann die zeitliche Synchronisation der Kodeverschiebung zwischen den Radarsensoren sicherstellen, dass die jeweiligen Verzögerungsintervalle sich nicht überschneiden. Dies erfordert daher keine übermäßige Genauigkeit.



- 7 -

Um allerdings mit einem Sensor jeweils die Kreuzechosignale der anderen  $n-1$  Sensoren ( $i = 2 \dots n$ ) zu erfassen, ist es erforderlich, dass die einzelnen Radarsensoren bzw. deren Sender genau miteinander synchronisiert sind und dass die jeweils von den Sensoren erfassten Entfernungsbereiche in den entsprechend exakt verschobenen Entfernungintervallen liegen wie im Anspruch 6 gekennzeichnet:

$$[c / (2t_{s2 \dots n}) + r_a; c / (2t_{s2 \dots n}) + r_b]$$

Dabei wird eine zeitliche Verzögerung des Sendesignals (Radarpuls oder PN-kodierter Träger) jedes einzelnen Radarsensors von  $t_{si}$  festgelegt, um sicherzustellen, dass Kreuzechosignale der anderen korrespondierenden Radarsensoren nur für definierte, disjunkte Intervalle der zeitlichen Verzögerung  $t_{si}$  und der damit korrespondierenden scheinbaren Entfernungintervalle im Empfänger des jeweiligen Radarsensors sichtbar sind. Die Auswertung der Eigenechosignale des entsprechenden Sensors erfolgt dabei unverändert.

Die Erfassung und Auswertung des Eigenechosignals und der  $n-1$  weiteren Kreuzechosignale kann dabei zeitlich sequentiell oder parallel in mehreren Empfängereinheiten eines Radarsensors erfolgen, wie im Anspruch 7 angegeben. Für die sequentielle Erfassung sind keine weiteren Empfänger notwendig. Es ist möglich, dass beide Methoden kombiniert werden. Die entsprechenden Ausgestaltungen der elektronischen Auswerteeinheiten sind dem Fachmann möglich.

Es versteht sich, dass die vorstehend beschriebene Entkopplung mehrerer Radarsensoren auch für akustische Sensoren wie Ultraschallsensoren oder für optische Sensoren wie z.B. Lidarsensoren für die verschiedensten Einsatzzwecke anwendbar ist.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Pulsradars,

Fig. 2 einen Ausschnitt der beispielhaft dargestellten Aufteilung der Intervalle für die zeitliche Verzögerung beim Betrieb von mehreren Radarsensoren und Fig. 3 ein Blockschaltbild eines Pulsradars mit mehreren Empfängern.

5

#### Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

10 Aus der schematischen Darstellung in Figur 1 ist ein Radarsensor 10 eines an sich bekannten Pulsradarsystems ersichtlich. Der Radarsensor 10 besteht im Wesentlichen aus einem Pulserzeuger 11, der einen Sender 12 dazu veranlasst, einen Radarimpuls 19 über eine Sendeantenne 13 abzugeben. Der Radarimpuls 19 wird an einem Zielobjekt 18, z. B. einem anderen Kraftfahrzeug, einem feststehenden Hindernis oder einem Fußgänger, reflektiert 20 und von einer Empfangsantenne 14 an einen Empfänger 15 des Radarsensors 10 übermittelt. Dort wird das empfangene Signal 20 mit einem Referenzsignal des Pulserzeugers 11 gemischt und über einen Tiefpassfilter und A/D-Wandler 16 an eine Auswerteeinheit 17 weitergeleitet. Das Referenzsignal kann dabei gegenüber dem Sendesignal zeitlich versetzt sein. In der Auswerteeinheit 17 wird das empfangene Signal 20 bzgl. dem Abstand und der Relativgeschwindigkeit des Zielobjekts 18 zum Radarsensor 10 bzw. zu einem damit ausgestatteten Kraftfahrzeug analysiert.

25 Aus der Darstellung in Figur 2 ist der bezüglich der Verzögerungszeiten der Radarsignale voneinander getrennte Betrieb von beispielsweise  $n=4$  Radarsensoren 10 ersichtlich, wobei durch den Pfeil der zeitliche Verlauf beginnend bei  $t = 0$  s angedeutet ist. In einem ersten Intervall  $[t_a; t_b]$  empfängt der erste der vier Radarsensoren 10 sein Eigenecho und die  $n-1$  weiteren Radarsensoren jeweils das vom ersten Radarsensor gesendete Kreuzecho. Im Intervall  $[t_{s3} + t_a; t_{s3} + t_b]$  empfängt der erste Radarsensor 10 beispielsweise das Kreuzechosignal des 3. Radarsensors, etc. Die jeweils zwischen diesen Empfangsintervallen liegenden Zeiträume sind zur Sicherstellung der Eindeutigkeit bei der Messungen des Eigenechos und der Kreuzechos unter Beachtung der Radargleichung notwendig. Nach dem Gesamtzeitraum  $1/f_w$  ist eine Periode beendet und der Vorgang wiederholt sich. Somit sind die kontinuierlich sendenden Radarsensoren 10 entkoppelt

30

- 9 -

bzw. derart voneinander im Sende- und Empfangsbetrieb durch die zeitliche Verzögerung voneinander getrennt, dass von einem Radarsensor 10 die Eigenechosignale und die Kreuzechosignale der anderen drei Radarsensoren 10 erfasst und verarbeitet werden können, ohne dass es zu ungewollten Störungen oder Überlagerungen kommt.

5

Gemäß einer in Figur 3 beispielhaft dargestellten Ausführungsform des Radarsensors 10 verfügt dieser über drei Empfänger 15 und dementsprechend über drei Tiefpassfilter und A/D-Wandler 16, um sowohl ein Eigenechosignal als auch zwei weitere Kreuzechosignale von zwei weiteren Radarsensoren 10, die alle von der Antenne 14 empfangen werden, zu empfangen und zu verarbeiten und jeweils an eine gemeinsame Auswerteeinheit 17 weiterzuleiten.

10

5

## 10 Patentansprüche

1. System mit zwei oder mehr Sensoren, wobei jeder Sensor einen Sender und einen Empfänger für Signale aufweist und ein Sensor ein Kreuzechosignal eines anderen  
15 Sensors empfangen kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren im Empfangsbetrieb durch die zeitliche Verzögerung der Sende- und Empfangssignale zeitlich voneinander getrennt sind.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System ein  
20 Radarsystem mit zwei oder mehr korrespondierenden Radarsensoren (10), ein optisches System mit zwei oder mehr korrespondierenden optischen Sensoren oder ein Ultraschallsystem mit zwei oder mehr korrespondierenden Ultraschallsensoren ist.

3. Radarsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die  
25 Radarsensoren (10) jeweils gepulst sind, insbesondere mit einer geringen Wiederholfrequenz  $f_w$ .

4. Radarsystem nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die  
Sendesignale der Radarsensoren (10) ein mittels ASK, PSK, BPSK, FSK oder einer  
30 Kombination dieser Modulationsarten mit einem PN-Kode moduliertes Trägersignal verwendet wird.

- 11 -

5. Radarsystem nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Radarsensoren (10) jeweils einen zu überwachenden Entfernungsbereich  $[r_a; r_b]$  aus dem Intervall  $[0 \text{ m}; R_{\max}]$  mit:  $0 \text{ m} \leq r_a \leq r_b \leq R_{\max}$  überwachen.

5

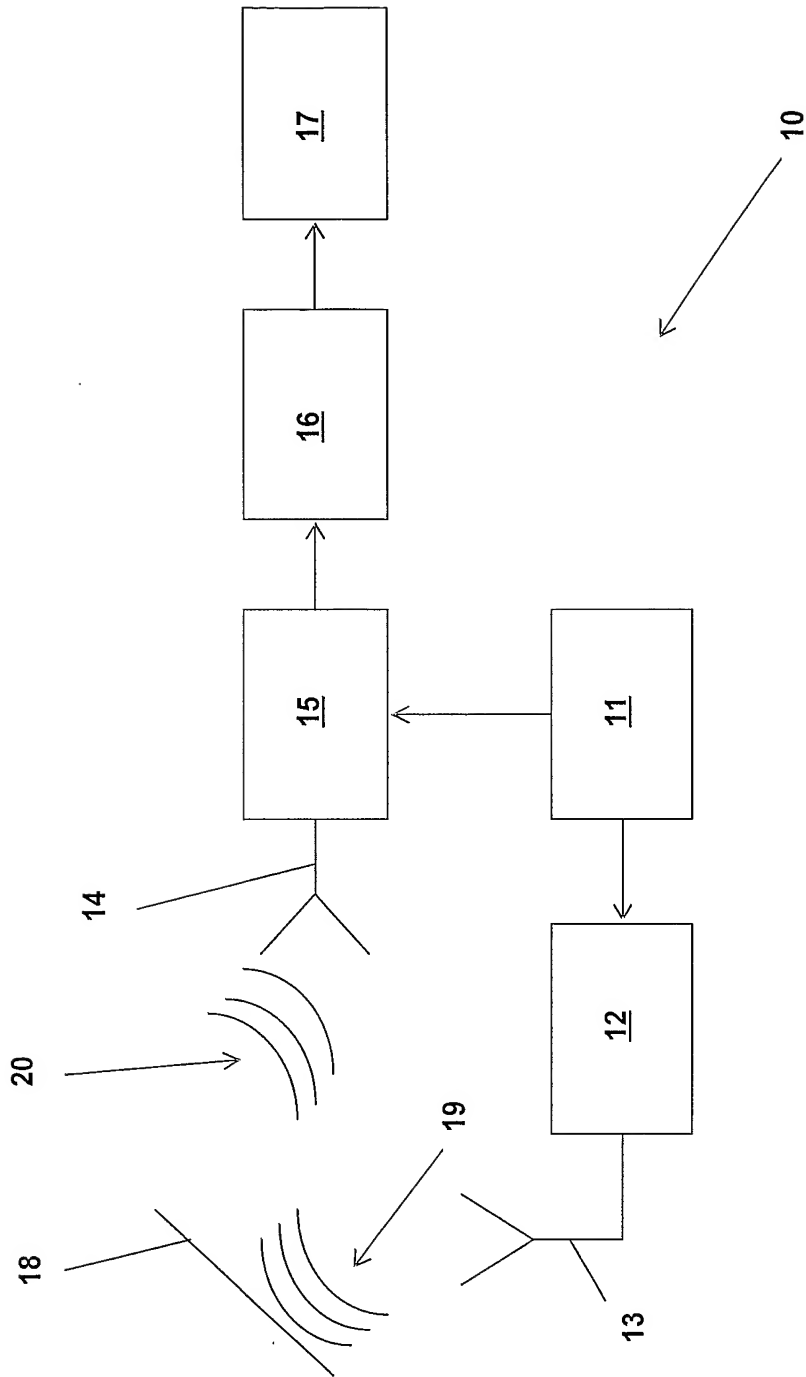
6. Radarsystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass  $n$  Radarsensoren (10) gleichzeitig, ohne Unterbrechung ein entsprechend moduliertes Sendesignal (Puls, PN-BPSK) senden.

10

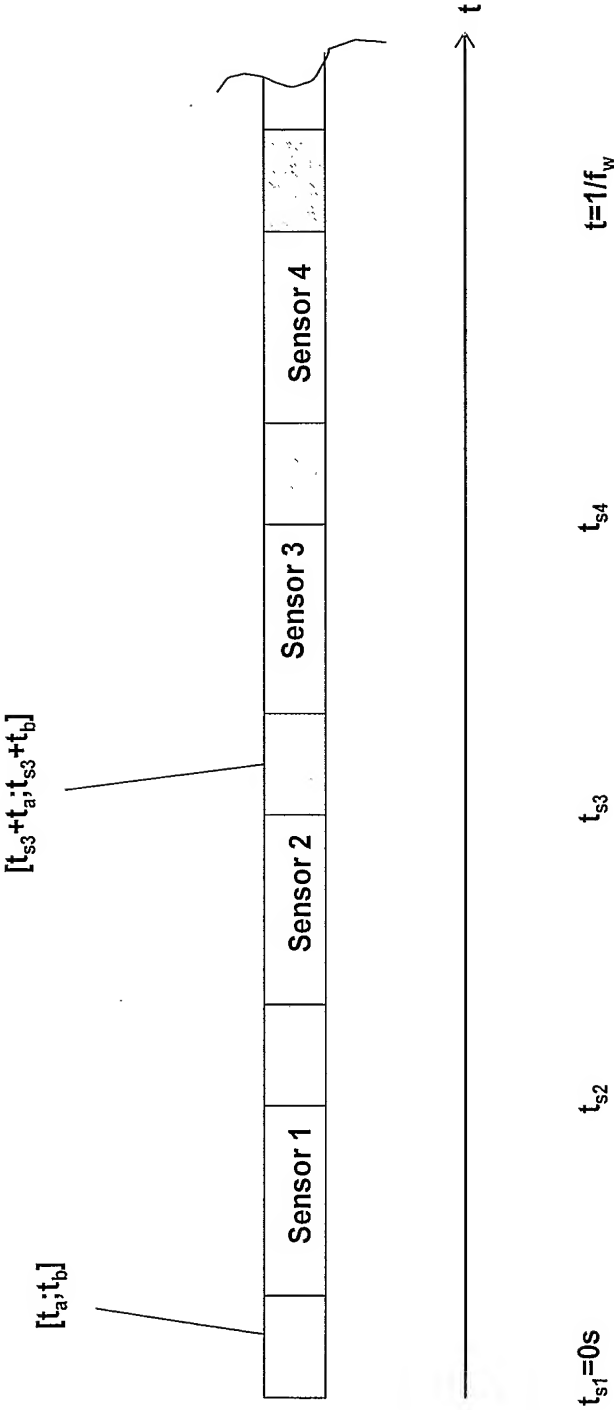
7. Radarsystem entsprechend einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vom ersten Radarsensor die Kreuzechos der  $n-1$  weiteren korrespondierenden Radarsensoren (10) in den Entfernungsbereichen  $[c / (2t_{s2...n}) + r_a; c / (2t_{s2...n}) + r_b]$  empfangen werden.

15

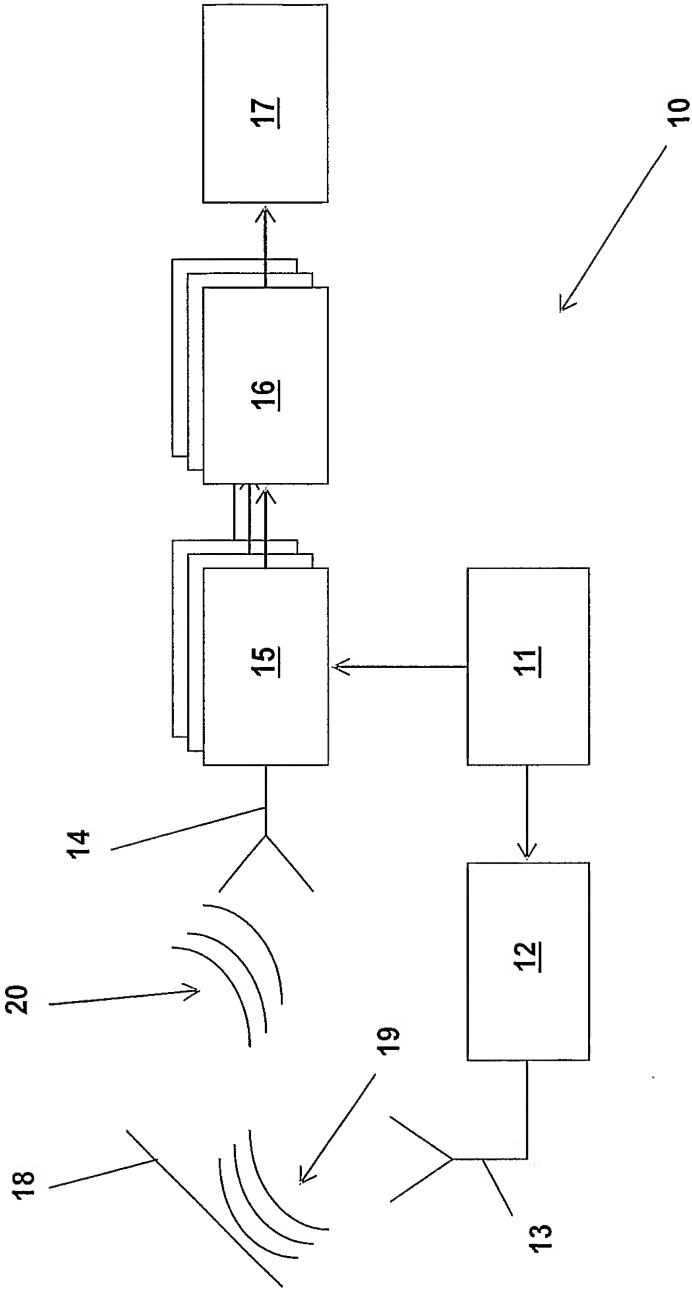
8. Radarsystem entsprechend einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Auswertung eines Eigenechosignals und von  $(n-1)$  Kreuzechosignalen in einem Radarsensor (10) parallel und/oder sequentiell erfolgt, insbesondere bei paralleler Auswertung mehrere Empfänger (15) vorgesehen sind.



Figur 1



Figur 2



Figur 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/052848

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01S13/93 G01S13/87 G01S7/292

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 44 185 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE) 8 April 1999 (1999-04-08)	1-3,5-8
Y	column 1, lines 31-36; figures 1,2 column 3, line 59 - column 4, line 23; claim 1	4
X	DE 40 23 538 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE) 30 January 1992 (1992-01-30)	1-3,8
Y	column 2, lines 21-33,49-62; figure 1	4,5
X	DE 198 56 974 C1 (ROBERT BOSCH GMBH) 7 September 2000 (2000-09-07)	1-3,8
	column 1, lines 5-23 column 3, lines 39-61; figure 1	
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2005

Date of mailing of the international search report

11/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmelz, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/052848

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 013 518 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 28 June 2000 (2000-06-28) paragraph '0035!; figure 3 -----	1-3,8
Y	DE 100 49 906 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 11 April 2002 (2002-04-11) paragraphs '0007! - '0010!; figures 1,2 -----	4-8
Y	WO 03/081278 A (ROBERT BOSCH GMBH; KLINNERT, ROLAND; ZOTT, CHRISTIAN) 2 October 2003 (2003-10-02) page 3, lines 15-32; claim 18; figures 1-9 page 5, line 26 - page 6, line 20 -----	4-8
Y	DE 198 02 724 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE) 29 July 1999 (1999-07-29) column 1, lines 27-30,53-67 -----	4,6,8
Y	DE 101 38 001 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 20 February 2003 (2003-02-20) paragraph '0034!; figure 1 -----	4,6,8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052848

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 19744185	A1	08-04-1999	GB	2330201 A , B	14-04-1999
			US	6166995 A	26-12-2000
DE 4023538	A1	30-01-1992	WO	9201954 A1	06-02-1992
DE 19856974	C1	07-09-2000	FR	2787200 A1	16-06-2000
			US	6384718 B1	07-05-2002
EP 1013518	A	28-06-2000	DE	19935456 A1	13-07-2000
			EP	1013518 A2	28-06-2000
			JP	2000185629 A	04-07-2000
DE 10049906	A1	11-04-2002	FR	2815128 A1	12-04-2002
			IT	MI 20012039 A1	10-04-2002
			JP	2002156446 A	31-05-2002
			SE	521603 C2	18-11-2003
			SE	0103356 A	11-04-2002
			US	2002067304 A1	06-06-2002
WO 03081278	A	02-10-2003	DE	10213987 A1	16-10-2003
			WO	03081278 A1	02-10-2003
			EP	1490707 A1	29-12-2004
DE 19802724	A1	29-07-1999	WO	9938029 A1	29-07-1999
			DE	59806380 D1	02-01-2003
			EP	1049945 A1	08-11-2000
			ES	2188039 T3	16-06-2003
			JP	2002501206 T	15-01-2002
			US	6404702 B1	11-06-2002
DE 10138001	A1	20-02-2003	WO	03016941 A2	27-02-2003
			EP	1417509 A2	12-05-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 2004/052848

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01S13/93 G01S13/87 G01S7/292

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 44 185 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE) 8. April 1999 (1999-04-08)	1-3,5-8
Y	Spalte 1, Zeilen 31-36; Abbildungen 1,2 Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 23; Anspruch 1	4
X	DE 40 23 538 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE) 30. Januar 1992 (1992-01-30)	1-3,8
Y	Spalte 2, Zeilen 21-33,49-62; Abbildung 1	4,5
X	DE 198 56 974 C1 (ROBERT BOSCH GMBH) 7. September 2000 (2000-09-07)	1-3,8
	Spalte 1, Zeilen 5-23 Spalte 3, Zeilen 39-61; Abbildung 1	
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*8\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Februar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/02/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmelz, C

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052848

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 013 518 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 28. Juni 2000 (2000-06-28) Absatz '0035!; Abbildung 3 -----	1-3,8
Y	DE 100 49 906 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 11. April 2002 (2002-04-11) Absätze '0007! - '0010!; Abbildungen 1,2 -----	4-8
Y	WO 03/081278 A (ROBERT BOSCH GMBH; KLINNERT, ROLAND; ZOTT, CHRISTIAN) 2. Oktober 2003 (2003-10-02) Seite 3, Zeilen 15-32; Anspruch 18; Abbildungen 1-9 Seite 5, Zeile 26 - Seite 6, Zeile 20 -----	4-8
Y	DE 198 02 724 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Spalte 1, Zeilen 27-30,53-67 -----	4,6,8
Y	DE 101 38 001 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 20. Februar 2003 (2003-02-20) Absatz '0034!; Abbildung 1 -----	4,6,8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052848

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19744185	A1	08-04-1999	GB 2330201 A , B US 6166995 A	14-04-1999 26-12-2000
DE 4023538	A1	30-01-1992	WO 9201954 A1	06-02-1992
DE 19856974	C1	07-09-2000	FR 2787200 A1 US 6384718 B1	16-06-2000 07-05-2002
EP 1013518	A	28-06-2000	DE 19935456 A1 EP 1013518 A2 JP 2000185629 A	13-07-2000 28-06-2000 04-07-2000
DE 10049906	A1	11-04-2002	FR 2815128 A1 IT MI20012039 A1 JP 2002156446 A SE 521603 C2 SE 0103356 A US 2002067304 A1	12-04-2002 10-04-2002 31-05-2002 18-11-2003 11-04-2002 06-06-2002
WO 03081278	A	02-10-2003	DE 10213987 A1 WO 03081278 A1 EP 1490707 A1	16-10-2003 02-10-2003 29-12-2004
DE 19802724	A1	29-07-1999	WO 9938029 A1 DE 59806380 D1 EP 1049945 A1 ES 2188039 T3 JP 2002501206 T US 6404702 B1	29-07-1999 02-01-2003 08-11-2000 16-06-2003 15-01-2002 11-06-2002
DE 10138001	A1	20-02-2003	WO 03016941 A2 EP 1417509 A2	27-02-2003 12-05-2004